

51

Int. Cl. 2:

3 H 9/00

19 BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND

H 01 L 41/10

H 04 N 3/14

G 01 J 3/44

DEUTSCHES PATENTAMT



DT 26 56 154 A 1

11

Offenlegungsschrift 26 56 154

21

Aktenzeichen:

P 26 56 154.6

22

Anmeldetag:

10. 12. 76

43

Offenlegungstag:

7. 7. 77

31

Unionspriorität:

32 33 31

19. 12. 75 Österreich A 9651-75

54

Bezeichnung:

Elektroakustischer Wandler zum Einschreiben und Auslesen von Information aus einer zweidimensionalen oder dreidimensionalen Matrix

71

Anmelder:

Kuzmany, Hans, Dr., Wien

74

Vertreter:

Mehl, E., Dipl.-Ing., Pat.-Anw., 8000 München

72

Erfinder:

gleich Anmelder

DT 26 56 154 A 1

P a t e n t a n s p r ü c h e

1) Elektroakustischer Wandler zur elektrischen Anregung einer akustischen Oberflächenwelle bzw. zur akustischen Anregung einer elektrischen Welle durch den piezoelektrischen Effekt mit Hilfe von streifenförmigen, voneinander getrennten metallischen Kontakten auf der Oberfläche eines piezoelektrischen Körpers, wobei alle ungeradzahligen Streifen auf deren einem Ende und alle geradzahligen Streifen auf deren anderem Ende miteinander elektrisch leitend verbunden sind und das zur Resonanzanregung verwendete elektrische Wechselfeld zwischen den verbundenen geradzahligen und ungeradzahligen Streifen angelegt wird oder wobei alle Streifen an einem Ende leitend verbunden sind und das zur Anregung verwendete elektrische Wechselfeld zwischen den verbundenen Streifen und einer an der Rückseite des Festkörpers angebrachten großflächigen metallischen Gegenelektrode gelegt wird. Der Wandler ist dadurch gekennzeichnet, daß der Abstand benachbarter elektrisch verbundener Streifen in der Richtung ihrer Längsausdehnung (y-Richtung) nicht konstant ist, während der Abstand benachbarter elektrisch verbundener Streifen senkrecht zu ihrer Längsausdehnung (x-Richtung) konstant ist und die Zahl (Z) der Streifen und die Länge (W) der Streifen beliebig gewählt werden kann.

2) Wandler nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Abstand benachbarter, elektrisch verbundener Streifen in der Richtung ihrer Längsausdehnung kontinuierlich zunimmt, wobei der Winkel zwischen den beiden innersten elektrisch verbundenen Streifen beliebig wählbar ist und die anderen Streifen so angeordnet sind, daß ihr Abstand in der Ausbreitungsrichtung der Oberflächenwelle konstant ist. (Fig.1)

709827/1024

ORIGINAL INSPECTED

2

- 3) Wandler nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Abstand der elektrisch verbundenen streifenförmigen Kontakte in ihrer Längsrichtung diskret, d.h. stufenförmig veränderlich verläuft, wobei die Anzahl N der stufenförmigen Segmente beliebig und die Länge (Y_1) der Segmente und die Abstandsänderung ΔL zwischen benachbarten Segmenten konstant oder unterschiedlich sein kann. (Fig.2 und Fig.3)
- 4) Wandler nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Streifensegmente jeweils zueinander parallel sind (Fig.2)
- 5) Wandler nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Streifensegmente unter einem kleinen Winkel zueinander geneigt sind. (Fig.3)
- 6) Wandler nach Anspruch 4 oder 5, dadurch gekennzeichnet, daß auftretende Ecken an den Stufen abgerundet sind.
- 7) Wandler nach einem der Ansprüche 3 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Änderung ΔL des Abstandes L zweier benachbarter Segmente in Richtung ihrer Längsausdehnung fortschreitend (y -Richtung) größer oder kleiner, unter Umständen auch negativ werden kann bzw. einer beliebigen Funktion von y oder einer beliebigen Funktion der Segmentnummer gehorcht.
- 8) Wandler nach einem der Ansprüche 1-7, dadurch gekennzeichnet, daß bei einer Veränderung der Frequenz des Wechselfeldes nacheinander alle Segmente des Wandlers bei einer anderen Frequenz in Resonanz geraten und dadurch eine kontinuierliche oder diskrete Verschiebung der Position der Oberflächenwelle in Richtung der Längsausdehnung der Streifen (y -Richtung) erfolgt.
- 9) Wandler nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß bei der Verwendung des Wandlers zur Bestimmung von Koordinaten zur Verbesserung der örtlichen Auflösung in der x -Richtung mehrere Wandler auf einer gemeinsamen Oberfläche hintereinander (in x -Richtung) angeordnet sind und ihre Ansteuerung

durch die elektrische Erregerwelle mit einer Phasenverschiebung erfolgt, die der Laufzeit der Oberflächenwelle von einem Wandler zum nächsten Wandler entspricht.

- 10) Wandler nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß bei der Verwendung von zwei Wandlern zur Bestimmung der Koordinaten zur Verbesserung der Auflösung der eine Wandler sehr kurze Segmente mit vielen Streifen hat und damit eine sehr gute Auflösung in y-Richtung ergibt, während der andere Wandler, der nicht unbedingt stufenförmig sein muß, nur sehr wenige Finger hat und damit eine sehr gute Auflösung in x-Richtung ergibt.
- 11) Wandler nach einem der Ansprüche 8-10, dadurch gekennzeichnet, daß er bei der Verwendung zur Abtastung einer zweidimensionalen Matrix den Inhalt der Matrix nach Zeilen und Spalten ausliest, wobei sich die Matrix in der Oberfläche eines Festkörpers befindet, welcher einen akustoelektrischen Effekt mit der von dem Wandler angelegten Oberflächenwelle erzeugt.
- 12) Wandler nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, daß die Oberfläche, die die Matrix enthält, identisch ist mit der Oberfläche, auf der sich die Oberflächenwelle ausbreitet, und entweder aus einem homogenen Halbleiter oder aus einer Struktur von p-n-Übergängen oder Schottkydioden besteht.
- 13) Wandler nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, daß die Oberfläche, die die Matrix enthält, nicht identisch ist mit der Oberfläche, auf der sich die Oberflächenwelle bewegt, sondern nur in die unmittelbare Nähe der letzteren gebracht wird und entweder aus einem homogenen Halbleiter oder aus einer Struktur von p-n-Übergängen oder Schottkydioden besteht.
- 14) Wandler nach Anspruch 11-13, dadurch gekennzeichnet, daß die Information in der Matrix durch Photoelektronen, hervorgerufen durch ein auf die Matrix projiziertes optisches Bild, entstanden ist, wobei bei der Projektion Licht im sichtba-

4

ren Bereich oder auch außerhalb des sichtbaren Bereiches (Infrarot) verwendet wird.

- 15) Wandler nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, daß das die Information in der Matrix charakterisierende akustoelektrische Signal von einem Metallfilm, bestehend aus mehreren Streifen von gleicher Länge wie die Wandler und parallel zu diesem bzw. aus mehreren Streifen mit einer Länge, die der Ausdehnung der Matrix senkrecht zur Längsausdehnung der Wandler entspricht und senkrecht zu diesem, abgenommen wird, wobei die Streifen nur durch sehr kleine Abstände voneinander getrennt sind.
- 16) Wandler nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, daß das Auslesen mit Hilfe von zwei zusätzlichen, streifenförmigen, am linken und am rechten Rand der Matrix angebrachten Kontakten von der gleichen Länge wie der Wandler vorgenommen wird, wobei an die Streifen ein elektrisches Wechselfeld mit der der jeweiligen Zeile entsprechenden Frequenz angelegt ist.
- 17) Wandler nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß er bei der Verwendung zur Abtastung einer zweidimensionalen Matrix, die sich in der Oberfläche eines mit der vom Wandler angeregten Oberflächenwelle einen akustoelektrischen Effekt bildenden Festkörpers befindet, in die Matrix eine Information nach Zeilen und Spalten einschreibt, wobei am linken und am rechten Rand der Matrix zusätzliche streifenförmige Kontakte von der gleichen Länge wie der Wandler angebracht sind und an diese ebenfalls ein elektrisches Wechselfeld mit der der jeweiligen Zeile entsprechenden Frequenz angelegt wird.
- 18) Wandler nach Anspruch 11 oder Anspruch 17, dadurch gekennzeichnet, daß er zum Auslesen bzw. zum Einlesen in verschiedene Tiefen der Matrix verwendet wird, wobei die Anregung des Wandlers mit höheren Ordnungen der Grundwelle erfolgt.

709827/1024

2656154
75 P 8052 BRD

5

- 19) Wandler nach Anspruch 18, dadurch gekennzeichnet, daß die ..
aus der Matrix auszulesende Information durch unterschied- ..
liche Absorptionskoeffizienten für blaues, grünes oder
rotes Licht entstanden ist und so der Farbgehalt eines
Bildes bestimmt wird.

709827/1024

Univ. Doz. Dr. Hans KUZHANY
Hoffingerg. 7-9/6/10
1120 W i e n

2656154
75 P 8052 BRD

6

Elektroakustischer Wandler
zum Einschreiben und Auslesen von Information
aus einer zweidimensionalen oder dreidimensionalen Matrix

Die Erfindung betrifft einen elektroakustischen Wandler zur elektrischen Anregung einer akustischen Oberflächenwelle bzw. zur akustischen Anregung einer elektrischen Welle durch den piezoelektrischen Effekt mit Hilfe von streifenförmigen, voneinander getrennten metallischen Kontakten auf einer Oberfläche eines piezoelektrischen Körpers, wobei alle ungeradzahligen Streifen auf deren einem Ende und alle geradzahligen Streifen auf deren anderem Ende miteinander elektrisch leitend verbunden sind und das zur Resonanzanregung verwendete elektrische Wechselfeld zwischen den verbundenen geradzahligen und ungeradzahligen Streifen angelegt wird, oder wobei alle Streifen an einem Ende leitend verbunden sind und das zur Resonanzanregung verwendete elektrische Wechselfeld zwischen den verbundenen Streifen und einer an der Rückseite des Körpers angebrachten großflächigen metallischen Gegenelektrode gelegt wird.

Elektroakustische Wandler in der oben beschriebenen Form sind solange die streifenförmigen Kontakte geradlinig verlaufen und in ihrer ganzen Länge parallel liegen bekannt und werden als interdigitale Wandler (IW) oder Fingerstrukturen bezeichnet. Ihre Funktionsweise ist in vielen wissenschaftlichen und technischen Publikationen wie z.B. in der Arbeit von C.C. Treng, IEE Trans. Electron Devices ED-15, 586 (1968) beschrieben. Eine der wichtigsten und charakteristischen Eigenschaften der IW ist, daß man damit nur dann Oberflächenwellen resonant anregen kann, wenn die Frequenz

ORIGINAL INSPECTED 709827/1024

7
des angelegten Wechselfeldes gerade mit der Frequenz der Oberflächenwelle übereinstimmt, deren Wellenlänge zweimal den Streifenabstand des IW beträgt. Ebenfalls bekannt ist die Tatsache, daß auf diese Weise angeregte Oberflächenwellen mit freien Ladungsträgern in Wechselwirkung treten und einen akustoelektrischen (ae) Effekt hervorrufen. Dieser Effekt äußert sich in drei charakteristischen Erscheinungen nämlich : durch die Wechselwirkung erfährt die Welle eine zusätzliche, durch die Ladungsträger bedingte Dämpfung, es ändert sich ihre Ausbreitungsgeschwindigkeit und es baut sich entlang ihrer Ausbreitungsrichtung ein sogenanntes akustoelektrisches Feld auf. Effekte zweiter Ordnung sind die Anregung einer harmonischen Oberwelle bzw., bei Verwendung von zwei in entgegengesetzter Richtung laufenden Oberflächenwellen, die Anregung eines Konvolutionssignales bei der Summenfrequenz der beiden Einzelfrequenzen. Eine genaue physikalische Beschreibung über das Zustandekommen des ae Effektes ist in einer Arbeit von H.Kuzmany, phys.stat.sol.(a) 25, 9 (1975) beschrieben.

Schließlich ist noch bekannt, daß man das Auftreten dieses Effektes im Zusammenhang mit Oberflächenwellen zum Auslesen von Information aus einer eindimensionalen Matrix verwenden kann, wenn sich diese Matrix in der Oberfläche eines Festkörpers befindet. Am leichtesten läßt sich das Verfahren erläutern, wenn man zum Nachweis der ae Wechselwirkung den Aufbau des ae Feldes heranzieht und annimmt, daß die Information in die Matrix durch die Projektion eines Bildes und der damit verbundenen Anregung von Photoelektronen eingebracht wird. Verwendet man nämlich eine Oberflächenwelle von nur sehr kurzer Dauer (Oberflächenwellenimpuls), so ist das sich aufbauende ae Feld in jedem Augenblick durch die Photoladungsträgerkonzentration an der Stelle bestimmt, an der sich der Oberflächenwellenimpuls gerade befindet. Bringt

man am linken und am rechten Ende der Matrix also einen Kontakt an, so erhält man zeitlich aufgelöst eine Spannung, die der örtlichen Verteilung der Photoelektronen in einer Zeile entspricht und hat damit das Bild ausgelesen. Ganz analog kann man bei Berücksichtigung der Dämpfung, der Phasengeschwindigkeit und der Konvolution vorgehen. In diesen Fällen werden jedoch zwei sich in entgegengesetzter Richtung ausbreitende Oberflächenwellenimpulse benötigt. Demonstrationsbeispiele sind in folgenden Arbeiten beschrieben :

- 1) S.TAKADA, H.HAYAKAWA, N.MIKOSCHIBA, Appl.Phys.Lett. 23, 415 (1973)
- 2) P.S.SCHENKER, C.W.LEE, R.L.GUNSHOR, Appl.Phys.Lett. 25, 688 (1974)
- 3) J.K.ELLIOT, R.L.GUNSHOR, R.F.PIERRET, Appl.Phys.Lett. 27, 179 (1975).

Das Einlesen von Informationen in eine Matrix kann nicht in dieser einfachen Form beschrieben werden. Die physikalischen Vorgänge dabei sind viel mehr überhaupt noch nicht geklärt. Gezeigt wurde nur, daß es tatsächlich funktioniert und zwar auf folgende Weise : Legt man in der oben beschriebenen Anordnung an die beiden Kontakte am linken und am rechten Rand der Matrix eine Wechselspannung mit der gleichen Frequenz wie an den IW an, so schreibt die sich ausbreitende OFW gemeinsam mit dem an den Kontakten angelegten Wechselfeld eine Information in die Matrix ein, wenn diese Information z.B. in der Form eines auf die Matrix projizierten Bildes besteht. Das Auslesen erfolgt in reziproker Reihenfolge, d.h. durch Anlegen der geeigneten Wechselspannung an die seitlichen Kontakte wird mit Hilfe der eingeschriebenen Information eine Oberflächenwelle angeregt und am IW angekoppelt. In allen oben beschriebenen Fällen kann sich die Matrix in einer Oberfläche befinden, die mit der Oberfläche, auf der sich die Oberflächenwelle ausbreitet, identisch ist, oder sie kann sich in einer Oberfläche

befinden, die nur in die unmittelbare Nähe der die Oberflächenwelle tragenden Oberfläche gebracht wurde.

Ziel der Erfindung ist es, die Nachteile, die für die praktische Anwendung vor allem in der Tatsache bestehen, daß nur eine Zeile ausgelesen werden kann, zu beseitigen. Dies kann dadurch geschehen, daß der IW eine ganz spezifische und erfindungsgemäß gebaute Struktur erhält.

Die Struktur des Wandlers ist dadurch gekennzeichnet, daß der Abstand benachbarter elektrisch verbundener Streifen in Richtung ihrer Längsausdehnung (y-Richtung) nicht konstant ist, während der Abstand benachbarter elektrisch verbundener Streifen senkrecht zu ihrer Längsausdehnung (x-Richtung) konstant ist und die Zahl Z der Streifen und die Länge W der Streifen beliebig gewählt werden kann.

Figuren 1, 2 und 3 zeigen schematisch 3 verschiedene Möglichkeiten der Anordnung. In Fig.1 nimmt der Abstand $L(y)$ zwischen den Streifen in x-Richtung mit zunehmender y-Richtung kontinuierlich zu, wobei die Stärke der Zunahme durch den Winkel α gegeben ist. In Fig.2 erfolgt die Zunahme in diskreten Schritten, sodaß der Wandler in einzelne Segmente der Länge Y_i mit den Abständen L_i in x-Richtung zerfällt. Fig.3 stellt eine Hybridbildung aus dem Modell nach Fig.1 und nach Fig.2 dar. In allen Fällen tritt nur eine resonante Anregung der Oberflächenwelle auf, wenn die Beziehung $v_s/L_i = f_i$ zwischen der Frequenz f_i des angelegten Wechselfeldes, der Ausbreitungsgeschwindigkeit v_s und dem lokalen Streifenabstand L_i erfüllt ist. Eine quantitative Beschreibung ist nur für den Wandler nach Fig.2 möglich. Wendet man hier auf jedes Teilsegment die Theorie der Anregung von Oberflächenwellen durch digitale Wandler nach der Arbeit von C.C.Treng, IEE Trans. Electron Devices ED-15, 586 (1968) an, so erhält man für die

10

Amplitude der angeregten Welle den Ausdruck :

$$(1) \quad U_R = C \left| A_{3R} \frac{\sin(Z\pi L_i f_i / 2v_s)}{\cos(\pi L_i f_i / 2v_s)} + B_{3R} \right| \left| \frac{\cos[(Z-1)\pi L_i f_i / 2v_s]}{\cos(\pi L_i f_i / 2v_s)} \right| \left| \frac{\sin(\pi L_i f_i / 4v_s)}{\pi L_i f_i / 4v_s} \right|$$

wobei C , A_{3R} und B_{3R} Konstante sind und die anderen Größen die schon erwähnte Bedeutung haben. Die Größe Z , d.h. die Zahl der Streifen, bestimmt die Bandbreite des Wandlers. Um eine gute Ortsauflösung in y -Richtung zu bekommen, soll verlangt werden, daß die Anregung einer Oberflächenwelle der Frequenz f_i in dem i -ten Segment maximal sein soll, in den beiden benachbarten Segmenten mit den Nummern $i \pm 1$ aber überhaupt nicht angeregt wird. Dies kann bei frei wählbaren Inkrement ΔL der Abstände der Streifen durch eine große Streifenzahl Z nach

$$(2) \quad Z = v_s / \Delta L \cdot f_{\min}$$

erreicht werden, wobei f_{\min} die Resonanzfrequenz am Segment mit den größten Abständen bedeutet. Andererseits beschränkt eine große Streifenzahl die Ortsauflösung Δx in x -Richtung, da Δx in erster Näherung durch

$$(3) \quad \Delta x = Z(L_1 + N \cdot \Delta L) / 2$$

gegeben ist, wobei L_1 der Abstand der Streifen im Segment mit der geringsten Ausdehnung in x -Richtung bedeutet. Es muß also hier ein Kompromis bezüglich der Auflösung geschlossen werden. Als konkretes Beispiel zu den obigen Formeln kann man ausrechnen, wieviele Streifen und welches ΔL benötigt werden, um auf eine Fläche von 2×2 cm eine Auflösung von 1 mm^2 zu erhalten. Durch Einsetzen in die Formeln ergibt sich für ein gewähltes $L_1 = 2.4 \times 10^{-3} \text{ cm}$ und ein ΔL von $0.83 \times 10^{-4} \text{ cm}$ eine Streifenzahl $Z = 50$ und eine Segment-

anzahl $N = 20$.

M

Ein weiteres Ziel der Erfindung ist es, den Informationsgehalt der Matrix differenziert nach seiner Lage in Bezug auf den Abstand von der Oberfläche auslesen zu können. Dies wird sowohl für eindimensionale als auch für zweidimensionale Matrizen dadurch erreicht, daß man die Matrix mehrmals hintereinander aber mit Oberflächenwellen verschiedener Frequenz, also etwa mit der Grundwelle, der ersten Oberwelle und der zweiten Oberwelle abtastet. Da die Eindringtiefe der Oberflächenwelle verkehrt proportional zur Frequenz ist, kann man so verschiedene Tiefen der Matrix ausmessen. Im Zusammenhang mit optischen Bildwandlern kann man damit daher den Anteil an blauem und rotem Licht in einem Bild bestimmen, insbesondere wenn man die Matrix in der Oberfläche eines Kristalles wie CdS hat, dessen Absorptionskonstante für blaues und rotes Licht sehr unterschiedlich ist.

Der Vorteil der Erfindung gegenüber bisher bekannten Systemen liegt vor allem in seiner Einfachheit und damit in seiner Billigkeit und sicheren Betriebsmöglichkeit. Die Herstellung der Wandler kann in einem einzigen photolithographischen Arbeitsprozess erfolgen, während für bekannte Systeme 10-15 Arbeitsprozesse erforderlich sind. Die Erfindung ist sehr universell verwendbar etwa an Stelle einer Vidikonröhre in einer Fernsehkamera, als Infrarotbildwandler, als Gedächtnis in Rechnern oder auch als Detektor in wissenschaftlichen Geräten (Ramanspektrometer, Massenspektrometer). Schließlich kann die Position des Impulses dazu verwendet werden, einen beliebigen Graphen, z.B. eine Kurve zu digitalisieren. (Digitiser für elektronische Rechner)..

Ein Nachteil der Erfindung ist, daß das Verfahren bisher noch nicht gut entwickelt ist und daher der derzeitige technologische Stand in Bezug auf Auflösungsvermögen noch nicht Güte einer Vidikonröhre erreicht.

709827/1024

2656154

- 15 -

Numm
Int. Cl.
Anmeldetag:
Offenlegungstag:

26 56 154
H 03 H 9/00
10. Dezember 1976
7. Juli 1977

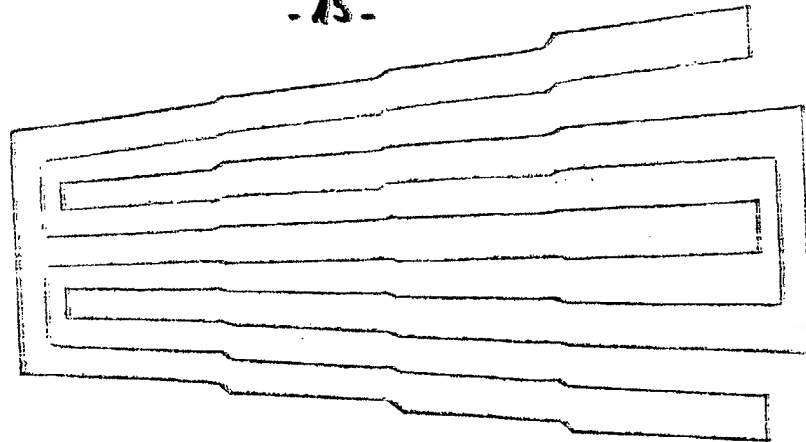


Fig. 3

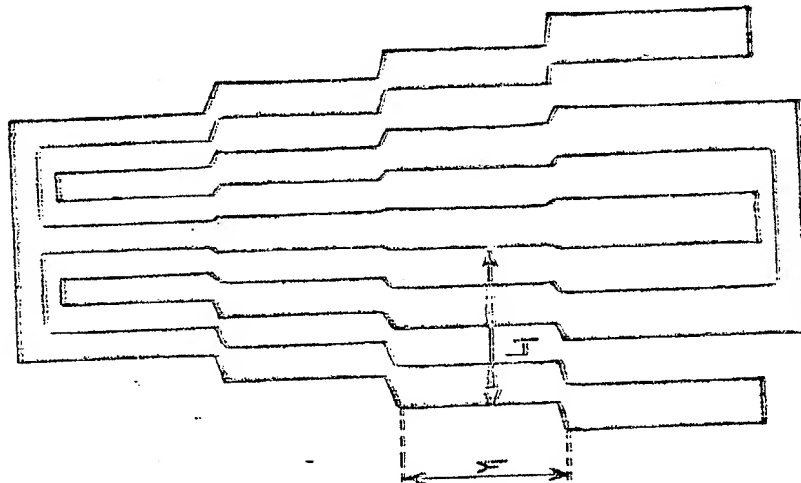


Fig. 2

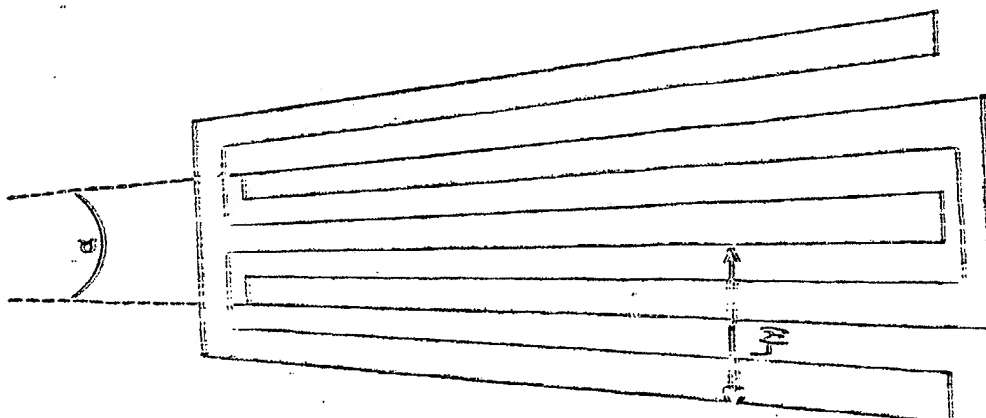
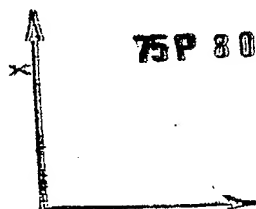


Fig. 1



75P 8052 BRD

709827/1024

¹²
Leerseite